



Original Article

Recycling Sprout By-product as Organic Growing Media

Nguyen Ngan Ha*, Le Anh Tuan

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Received 28 July 2021

Revised 22 December 2021; Accepted 10 February 2022

Abstract: Sprout by-product is a nutrient-rich organic material but difficult to biodegrade in natural environmental conditions. Sprout by-product includes used media, part of the sprout stems and roots left after harvest. The accumulation of this waste with increasing amounts over time can cause serious environmental pollution in production areas. To reduce waste volume at the resource, this study provided several treatment methods of sprout by-product to effectively recycle it for safe sprout production. The treatment methods proposed for sprout by-product were i) To incubate with microbial product called as EMUNIV for 30 days to create the first organic growing medium - GT2, pre-treat with 1% lime solution; ii) Mix with dried soybean husk at a ratio of 1:1 to create the second organic growing medium - GT3; or iii) Mix with dried soybean husk in a 1:1 ratio to create the third organic growing medium - GT4. The results showed that the created organic growing media had neutral pH, high organic matter, and nitrogen, phosphorus, potassium content. The treated substrates were not contaminated with some heavy metals (Pb, Cd, As) and pathogenic microorganisms (*E.coli*, *Salmonella*). *Raphanus sativus* var. *radicula* sprouts grown on new organic media had the seed germination rate of 95-98%, normal growing with higher productivity than the control from 1.14 to 1.2 times, crude protein, vitamin C content also higher than the control. Sprouts grown using this recycled media were assessed safe because of not being polluted by heavy metals (Pb, Cd), pathogenic microorganisms (*E.coli*, *Salmonella*) and nitrate. The treatment of sprout by-product according to the method for creating organic medium GT2 was most suitable and recommended for sprout production areas.

Keywords: Sprout by-product, organic growing medium, sprouts, recycle.

* Corresponding author.

E-mail address: nguyennghanha@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4817>

Tái sử dụng bã thải trồng rau mầm để làm giá thể hữu cơ

Nguyễn Ngân Hà*, Lê Anh Tuấn

*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 28 tháng 07 năm 2021

Chỉnh sửa ngày 22 tháng 12 năm 2021; Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 02 năm 2022

Tóm tắt: Bã thải trồng rau mầm (bã thải rau mầm) là vật liệu hữu cơ giàu dinh dưỡng nhưng khó phân hủy sinh học trong môi trường tự nhiên. Bã thải rau mầm bao gồm giá thể đã qua sử dụng, một phần thân và rễ của rau mầm bị bỏ lại từ quá trình thu hoạch rau. Sự tích tụ với lượng ngày càng lớn chất thải này theo thời gian có thể gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng ở các vùng sản xuất. Với mục tiêu giảm thiểu chất thải tại nguồn, nghiên cứu này đã đề xuất một số phương pháp xử lý bã thải rau mầm để tái sử dụng hiệu quả chúng phục vụ cho trồng rau mầm an toàn. Các phương pháp đề xuất là i) ủ bã thải rau mầm với chế phẩm vi sinh EMUNIV trong 30 ngày để tạo giá thể hữu cơ GT2, tiền xử lý bã thải rau mầm với nước vôi trước khi ii) trộn với bã đậu khô theo tỉ lệ 1:1 để tạo giá thể hữu cơ GT3 hoặc iii) trộn với vỏ đậu nành khô theo tỉ lệ 1:1 để tạo giá thể hữu cơ GT4. Kết quả nghiên cứu cho thấy các giá thể tạo ra có pH trung tính, giàu chất hữu cơ, hàm lượng các chất dinh dưỡng NPK tăng. Giá thể thu được sau xử lý không bị ô nhiễm một số kim loại nặng (Pb, Cd, As) và vi sinh vật gây bệnh (*E.coli*, *Salmonella*). Rau mầm trồng trên các giá thể mới có tỉ lệ nảy mầm của hạt từ 95-98%, phát triển bình thường và cho năng suất cao hơn đối chứng từ 1,14-1,2 lần, hàm lượng protein thô, vitamin C cũng cao hơn đối chứng. Rau mầm củ cải đỏ được đánh giá là an toàn vì không bị ô nhiễm bởi Pb, Cd, *E.coli*, *Salmonella* và nitrat. Xử lý bã thải rau mầm theo phương pháp tạo giá thể hữu cơ GT2 được đánh giá là phù hợp nhất và khuyến cáo áp dụng cho các vùng sản xuất rau mầm.

Từ khóa: Bã thải trồng rau mầm, giá thể hữu cơ, rau mầm, tái sử dụng.

1. Mở đầu

Rau mầm là loại rau được trồng trong khoảng thời gian ngắn, có hàm lượng các chất dinh dưỡng cao, gần đây đã trở thành một xu hướng thực phẩm sạch trong cuộc sống hiện đại, đặc biệt là ở các vùng đô thị. Các nước, vùng lãnh thổ đã sản xuất và tiêu thụ rau mầm mạnh nhất trên thế giới gồm: Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc, Đài Loan, Mỹ, Úc và Canada [1, 2].

Ở Việt Nam, nghề trồng rau mầm chỉ thực sự phát triển trong vòng khoảng mười năm trở lại

đây nhưng đã mang lại lợi nhuận cao cho người trồng cũng như các cơ sở kinh doanh. Nhiều công ty lớn, nhiều vùng sản xuất rau mầm sạch đã được hình thành chuyên sản xuất và cung cấp rau mầm cho các siêu thị, trường học, khách sạn, nhà hàng, thị trường,... Tuy nhiên, bên cạnh những mặt tích cực mà cây rau mầm mang lại thì hiện nay bã thải trồng rau mầm (bã thải rau mầm) lại đang là vấn đề bức xúc, là mối quan tâm lớn ở chính các vùng sản xuất. Hầu hết giá thể trồng rau mầm chỉ được sử dụng một lần duy nhất rồi bị thải bỏ, bã thải thường chất thành đống ở các

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: nguyennghanha@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4817>

vùng sản xuất gây mất mỹ quan và ô nhiễm môi trường, một số nơi đem trộn bã thải với vôi sau đó tận dụng để làm giá thể trồng thủy canh hoặc trồng cây ăn quả [3]. Bã thải này nếu chưa được xử lý mà đem trồng lại rau mầm lần hai thì cây rau mầm cũng sinh trưởng kém, năng suất kém, lá vàng úa, thân dễ bị thối nhũn, dễ bị bệnh và chết hàng loạt. Ngoài ra bã thải rau mầm có thể chứa hàm lượng lignocellulose cao nên thường khó phân hủy tự nhiên trong môi trường. Tuy nhiên theo nghiên cứu của Nguyen và cộng sự (cs), bã thải rau mầm cùng với vỏ hạt và phần thân, rễ bị thải bỏ của cây rau mầm lại chứa một lượng chất hữu cơ khá dồi dào (76,36%) và một lượng dinh dưỡng đáng kể (N 0,51%, P₂O₅ 0,52%, K₂O 0,56%) [4]. Bã thải này cũng có độ xốp và độ trữ ẩm cao lại không tồn dư hóa chất bảo vệ thực vật nên nếu được nghiên cứu và xử lý tốt thì sản phẩm thu được hoàn toàn có thể tái sử dụng để trồng rau an toàn.

Theo tìm hiểu của nhóm tác giả, hiện vẫn chưa có nhiều nghiên cứu ở Việt Nam và trên thế giới về phương pháp xử lý để tái sử dụng lại bã thải rau mầm, cũng như phản ứng của cây trồng đối với các sản phẩm xử lý. Nguyen và cs (2020) đã đưa ra các phương pháp xử lý bã thải rau mầm để tạo ra phân compost bằng cách phối trộn bã thải rau mầm với các phế phụ phẩm nông nghiệp khác như rơm rạ, phân bò, thân cây họ đậu, bổ sung chế phẩm vi sinh COMPOST MAKER rồi ủ hiếu khí có đảo trộn trong 63 ngày. Phân compost tạo ra có chất lượng đáp ứng quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân bón (pH > 5, C/N 12,06 – 12,51, OM 29,72 – 55,44% > 20%, không bị ô nhiễm bởi Pb, Cd, As, không phát hiện thấy vi khuẩn *E. Coli*, *Salmonella*). Phân compost cũng an toàn khi sử dụng đối với cây trồng (chỉ số nảy mầm của hạt GI ≥ 80%) [4]. Trong một nghiên cứu khác, Nguyen và cs (2021) đã đề xuất xử lý bã thải rau mầm bằng cách trộn cùng vỏ đỗ xanh rồi ủ cùng chế phẩm vi sinh BIMA trong 21 ngày, sau đó thông qua test thử độc tính tổng hợp đối với thực vật, tính toán được hệ số nảy mầm của hạt GI > 80% đã khẳng định sản phẩm tạo ra rất an toàn, có hàm lượng dinh dưỡng cao (OM 58,70%, N 1,16%,

P₂O₅ 0,86%, K₂O 0,98%), không bị ô nhiễm bởi kim loại nặng Pb, Cd, As và vi khuẩn *E. Coli*, *Salmonella*, giá thể sau xử lý được khuyến cáo sử dụng để tiếp tục trồng rau mầm [5]. Abd-Elmoniem và cs (2004) [6] đã tiến hành thí nghiệm so sánh phản ứng của cây trồng trên giá thể được tái sử dụng lại và trên giá thể nguyên bản, kết quả cho thấy sự giảm năng suất (1,3-1,5 lần) và giảm chất lượng của cây trồng ở trên giá thể được tái sử dụng. Một nghiên cứu khác của Fernandes và cs (2007) lại cho thấy không có sự khác biệt đáng kể về năng suất và chất lượng của cây trồng trên giá thể nguyên bản và giá thể được tái sử dụng lại [7]. Việt Nam là một nước nông nghiệp lâu đời nên có nguồn phế phụ phẩm nông nghiệp rất dồi dào, vì vậy từ khi xu thế trồng rau mầm trở nên phổ biến ở nước ta thì đã có nhiều nghiên cứu được thực hiện liên quan đến việc xử lý phế phụ phẩm nông nghiệp để làm giá thể trồng rau mầm. Một số nguyên liệu phổ biến hay được sử dụng để làm giá thể trồng rau mầm như mụn xơ dừa, rơm rạ, trấu, vỏ lạc, phế phụ phẩm trồng nấm,... [1, 8-10]. Tuy nhiên các nghiên cứu trên chỉ dừng lại ở việc tạo ra giá thể để trồng rau mầm, đánh giá năng suất rau mầm, các nghiên cứu về xử lý bã thải rau mầm để tái sử dụng lại thì vẫn còn rất ít.

Xuất phát từ thực tế trên nghiên cứu này đã được thực hiện với mục tiêu thử nghiệm một số phương pháp xử lý bã thải trồng rau mầm để sản xuất giá thể hữu cơ sạch tái sử dụng cho trồng rau mầm an toàn. Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể giúp ích cho những người làm nghề trồng rau mầm và các cơ sở sản xuất kinh doanh rau mầm trong định hướng xử lý và tận dụng nguồn bã thải để tạo ra sản phẩm phục vụ cho sản xuất nông nghiệp sạch, góp phần giải quyết vấn đề về chất thải sản xuất cho địa phương.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu chính là bã thải trồng rau mầm có thành phần bao gồm giá thể trồng đã qua sử dụng, phần thân dưới và rễ của cây rau mầm bị

bỏ đi khi thu hoạch. Bã thải này được thu gom ở một số cơ sở trồng rau mầm của khu vực thành phố Hà Nội.

Một số phế phụ phẩm nông nghiệp khác: bã đậu nành thu mua từ cửa hàng chế biến đậu phụ ở Hà Nội, vỏ hạt đậu nành đã được phơi khô và nghiền vụn.

Hạt giống rau mầm củ cải đỏ (*Raphanus sativus* var. *radicula*) nhập khẩu từ Italia được cung cấp bởi Công ty Trách nhiệm Hữu hạn Đầu tư và Dịch vụ Đức Thắng.

Ngoài ra để phục vụ cho mục tiêu xử lý bã thải rau mầm, nghiên cứu còn sử dụng một số chất phụ gia như nước vôi trong 1% để khử khuẩn cho bã thải rau mầm, làm mềm nguyên liệu; chế phẩm vi sinh EMUNIV được sản xuất bởi Công ty cổ phần vi sinh ứng dụng. Chế phẩm vi sinh EMUNIV trong thành phần có chứa các vi sinh vật có ích như *Bacillus subtilis* (10^8 CFU/g), *Bacillus licheniformis* (10^7 CFU/g), *Bacillus megaterium* (10^7 CFU/g), *Lactobacillus acidophilus* (10^8 CFU/g), *Lactobacillus plantarum* (10^8 CFU/g), *Streptomyces* sp (10^7 CFU/g), *Saccharomyces cerevisiae* (10^7 CFU/g) giúp phân giải tốt các chất xơ, tinh bột, protein, chitin, lignin, pectin,...

Thí nghiệm trồng rau mầm cần sử dụng một số dụng cụ như xô nhựa (240 x 240 x 82 mm), bìa carton cứng, bình phun nước tưới cây.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xử lý bã thải trồng rau mầm

Tất cả các phương pháp xử lý bã thải rau mầm đều sử dụng một lượng nguyên liệu như nhau là 5 kg chất thải rắn hữu cơ khô có độ ẩm khoảng 40 – 45%. Chi tiết các phương pháp xử lý bã thải trồng rau mầm để tạo giá thể mới như sau:

Giá thể đối chứng (GT1): 5 kg bã thải rau mầm được phơi nắng cho đến khô rồi nghiền vụn. Đây là phương pháp xử lý đơn giản và phổ biến nhất thường được áp dụng ở các cơ sở sản xuất rau mầm để tận dụng lại bã thải này cho trồng rau mầm lần hai.

Giá thể 2 (GT2): hòa loãng 10 g chế phẩm EMUNIV với 500 ml nước sạch rồi tưới đều lên 5 kg bã thải rau mầm đã phơi khô, điều chỉnh

thêm bằng nước sạch để độ ẩm của nguyên liệu đạt khoảng 60%.

Lượng nước cần bổ sung thêm vào bã thải rau mầm để nguyên liệu đạt được độ ẩm 60% được tính theo công thức sau:

$$W_{H_2O} = \frac{(W_{BTRM} \times G) - (W_{BTRM} \times M_{BTRM})}{M_{H_2O} - G} - 0,5$$

Trong đó: W_{H_2O} là khối lượng nước (kg); W_{BTRM} là khối lượng của bã thải rau mầm (5 kg); G là độ ẩm mục tiêu (60%); M_{BTRM} là độ ẩm của bã thải rau mầm (%); M_{H_2O} là độ ẩm của nước (100%); 0,5 là khối lượng nước dùng để hòa loãng chế phẩm EMUNIV đã tưới vào nguyên liệu (kg).

Nguyên liệu được ủ theo phương pháp hiếu khí có đảo trộn trong thùng nhựa dung tích 35 L đã đục lỗ xung quanh, có nắp đậy và được đặt ở nơi thoáng khí trong thời gian 30 ngày. Điều đặn cứ 7 ngày tiến hành đảo trộn một lần để đồng nhất hỗn hợp nguyên liệu, duy trì điều kiện hiếu khí, tạo điều kiện thuận lợi để vi sinh vật phân giải nguyên liệu. Nhiệt độ được đo 3 ngày/1 lần bằng nhiệt kế dài và cắm vào ba vị trí khác nhau trong đồng ủ. Trong 6 ngày đầu tiên nhiệt độ của đồng ủ tăng dần lên đến 55 °C, sau đó giảm dần và gần bằng nhiệt độ của môi trường ở những ngày ủ cuối cùng (36 °C). Độ ẩm của đồng ủ được xác định 1 tuần/1 lần. Trong quá trình ủ, độ ẩm đo được luôn ở mức từ 50 – 60% nên không cần tiếp thêm nước.

Giá thể 3 (GT3): bã thải rau mầm đã phơi khô được ngâm hai ngày trong nước vôi 1%, sau đó gạn hết nước, để ráo và phơi khô lần nữa. Trộn đều 2,5 kg nguyên liệu đã xử lý với 2,5 kg bã đậu khô (độ ẩm khoảng 40%).

Giá thể 4 (GT4): bã thải rau mầm đã phơi khô được ngâm hai ngày trong nước vôi 1%, sau đó gạn hết nước, để ráo và phơi khô lần nữa để đạt độ ẩm khoảng 40%. Trộn đều 2,5 kg nguyên liệu đã xử lý với 2,5 kg vỏ đậu nành khô nghiền nhỏ (kích thước khoảng 2 - 3 mm).

2.2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm trồng rau mầm

Thí nghiệm trồng rau mầm củ cải đỏ trên mỗi loại giá thể được lặp lại ba lần và được thực hiện trong nhà có mái che với điều kiện ngoại cảnh và chế độ chăm sóc như nhau.

Xử lý hạt giống và gieo hạt: Rửa hạt giống bằng nước rồi đãi sạch loại bỏ những hạt lép. Ngâm hạt giống trong nước ấm 40 °C trong thời gian 6 giờ rồi vớt toàn bộ hạt ra để ráo nước và ủ trong khăn sạch ẩm trong 12 giờ để giúp hạt dễ nảy mầm [8, 9]. Đổ giá thể vào các rổ nhựa để tạo độ dày khoảng 3 cm, dùng bình phun tưới đều nước sạch lên trên giá thể để nguyên liệu đạt được độ ẩm thích hợp cho cây rau mầm phát triển (khoảng 70%). Cân 20 g hạt (khoảng 1500 hạt) đã được xử lý và gieo đều vào trong mỗi rổ chứa giá thể, phủ lên trên hạt vừa gieo một lớp giá thể mỏng, sau đó tiếp tục phun ẩm bằng nước sạch và đậy kín rổ bằng bìa carton cứng rồi để trong bóng tối.

Chăm sóc rau mầm: trong hai ngày đầu sau khi gieo hạt chỉ cần tưới ẩm 1 lần/ngày vào buổi sáng và tránh hạt mầm tiếp xúc trực tiếp với ánh sáng. Từ ngày thứ ba trở đi tiến hành tưới ẩm 2 lần/ngày cho cây mầm bằng nước sạch vào 7 giờ sáng và 5 giờ chiều. Để các rổ trồng rau mầm trong bóng tối 3 ngày đầu sau khi gieo và che bằng bìa carton, đến ngày thứ 4 bắt đầu không che tối, nhưng không để rau mầm tiếp xúc trực tiếp với ánh sáng mặt trời. ngừng tưới nước trước khi thu hoạch rau mầm khoảng 12 giờ đồng hồ [9]. Rau mầm củ cải đỏ được thu hoạch sau 7 ngày trồng.

Rau mầm củ cải đỏ trồng trên các giá thể GT1, GT2, GT3, GT4 được kí hiệu lần lượt là R1, R2, R3, R4.

2.2.3. Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất của rau mầm

Tỉ lệ nảy mầm của hạt (%): giá trị trung bình số lượng hạt củ cải đỏ nảy mầm ở các rổ qua quan sát thực tế.

Chiều cao cây mầm (cm): vào 6 giờ chiều hàng ngày, tiến hành đo chiều cao cây mầm từ gốc đến ngọn (30 cây/rổ) bằng thước nhựa và chỉ bắt đầu đo chiều cao từ ngày thứ 3 sau khi gieo hạt.

Năng suất tươi (g/rổ): cắt bỏ toàn bộ phần rễ và một phần thân dưới của cây rau mầm sau đó cân rau tươi thu hoạch được trong mỗi rổ.

Tình trạng phát triển của cây rau mầm: theo dõi, quan sát tình trạng bị bệnh thối nhũn và chết của cây rau mầm trồng trên các giá thể khác nhau.

2.2.4. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Các chỉ tiêu phân tích giá thể: pH_{H2O} (TCVN 5979:2007); hàm lượng chất hữu cơ (TCVN 9294:2012); hàm lượng nitơ tổng số (TCVN 8557:2010), photpho tổng số (TCVN 8563:2010), kali tổng số (TCVN 8562:2010); hàm lượng kim loại nặng (Pb, Cd, As) được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử AAS; vi khuẩn *E.coli* (TCVN 6846:2007); vi khuẩn *Salmonella* (TCVN 10780-1:2017). Tỉ lệ C/N của giá thể được xác định theo công thức sau:

$$C/N = \frac{OC}{N_{ts}}$$

Trong đó: OC là hàm lượng cacbon hữu cơ của giá thể (%), N_{ts} là hàm lượng nitơ tổng số của giá thể (%).

Độ ẩm của nguyên liệu hữu cơ được xác định theo TCVN 9297:2012.

Các chỉ tiêu phân tích rau mầm: hàm lượng chất khô (TCVN 5366:1991); hàm lượng protein thô (TCVN 10791:2015); hàm lượng nitrat (TCVN 8742:2011); hàm lượng kim loại nặng (Pb, Cd, As) (TCVN 6665:2010); vi khuẩn *E.coli* (TCVN 7924-2:2008); vi khuẩn *Salmonella* (TCVN 4829:2005).

Hàm lượng các kim loại nặng trong giá thể và rau mầm được phân tích tại Viện Quy hoạch và Thiết kế Nông nghiệp, các chỉ tiêu vi sinh được phân tích tại Trung tâm Vi sinh Công nghiệp - Viện Công nghiệp Thực phẩm. Tất cả các chỉ tiêu còn lại được phân tích tại các phòng thí nghiệm của Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Toàn bộ số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel 2013 và Irristat.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Đặc điểm của các giá thể mới được tạo ra từ bã thải trồng rau mầm

Kết quả phân tích một số chỉ tiêu hóa, sinh học của các giá thể được tổng hợp trong Bảng 1.

Hiện nay ở Việt Nam vẫn chưa có quy chuẩn kỹ thuật nào để đánh giá chất lượng cũng như

giới hạn cho phép của các độc tố có trong giá thể trồng cây nói chung và giá thể trồng rau mầm nói riêng. Trong nghiên cứu này, các giá thể được tạo ra có nguồn gốc từ bã thải rau mầm và một số nguyên liệu khác đều là vật liệu hữu cơ, vì vậy

nghiên cứu tạm so sánh các chỉ tiêu phân tích của giá thể tạo ra với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về phân bón (QCVN 01-189:2019/BNNPTNT) [11], phần đánh giá phân bón hữu cơ.

Bảng 1. Một số tính chất của các giá thể hữu cơ mới

Chỉ tiêu	Kí hiệu giá thể				QCVN 01-189:2019/BNNPTNT
	GT1	GT2	GT3	GT4	
pH _{H2O}	7,47	6,49	6,93	7,03	≥ 5
OM (%)	76,36	59,42	69,30	65,49	-
OC (%)	34,71	27,0	31,5	29,77	-
N _{ts} (%)	0,51	1,12	3,99	0,68	-
C/N	68,06	24,11	7,89	43,78	
P ₂ O _{5ts} (%)	0,52	0,68	0,98	0,39	-
K ₂ O _{ts} (%)	0,56	0,62	1,35	0,43	-
Pb (ppm)	0,62	0,64	0,24	0,86	200,0
Cd (ppm)	0,04	0,06	0,04	0,06	5,0
As (ppm)	1,12	0,82	0,28	1,04	10,0
<i>E.coli</i> (MPN/g)	40	KPH	KPH	KPH	1,1 x 10 ³
<i>Salmonella</i> (MPN/25 g)	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH hoặc âm tính

pH của giá thể là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá mức độ phù hợp của môi trường trồng đối với sự sinh trưởng và phát triển của rau mầm. Mặc dù yêu cầu về độ pH của thực vật khác nhau, đối với hầu hết các loại thực vật, sự cung cấp các chất dinh dưỡng dễ tiêu tối ưu thường xảy ra tại giá trị pH của môi trường trồng từ 5,5 – 6,5. Giá trị pH cao hơn có thể làm giảm khả năng hòa tan của photphat, sắt và hầu hết các chất dinh dưỡng vi lượng [12]. Độ chua hoạt tính của các giá thể mới được tạo ra từ bã thải rau mầm dao động trong khoảng từ gần trung tính đến kiềm yếu (6,49 – 7,47). Theo các nghiên cứu trước đó [1, 9], khoảng pH của giá thể từ chua ít đến kiềm yếu đều phù hợp cho sự phát triển của cây rau mầm thuộc họ cải. Trong số các giá thể nghiên cứu thì GT2, GT3 có pH lần lượt là 6,49 và 6,93 được đánh giá là phù hợp nhất đối với cây rau mầm củ cải đỏ.

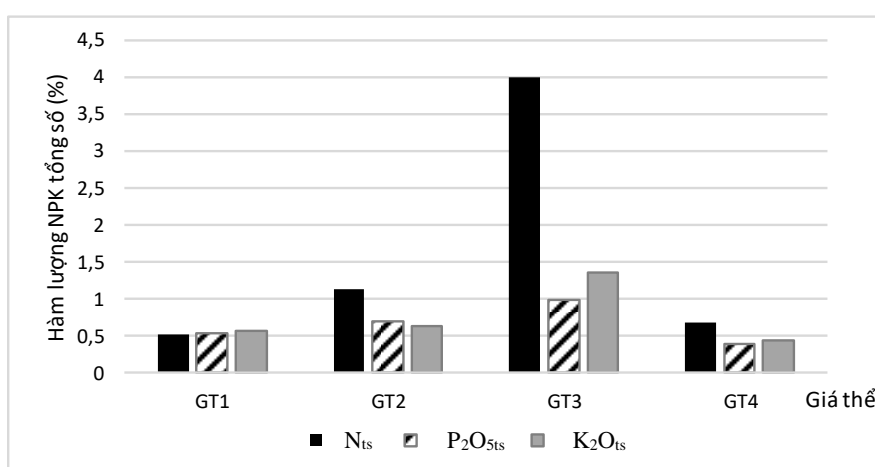
Bã thải rau mầm sau khi được phối trộn với phụ gia hoặc các nguyên liệu khác để tạo ra các giá thể mới tuy có hàm lượng chất hữu cơ giảm so với đối chứng nhưng vẫn ở mức cao (59,42 – 69,3%). Ngoài ra, các phương pháp xử lý được

áp dụng đã làm tăng hàm lượng nitơ trong giá thể mới nhờ quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ bởi vi sinh vật được bổ sung (GT2), nhờ quá trình bổ sung các cơ chất khác giàu nitơ hơn (GT3, GT4). Vì vậy tỉ lệ C/N của các giá thể tạo ra dao động trong khoảng 7,89 – 43,78 và đều thấp hơn đối chứng (68,06).

Bằng việc ủ bã thải rau mầm với chế phẩm EMUNIV trong 30 ngày (GT2) hoặc phối trộn bã thải rau mầm đã tiền xử lý bằng nước vôi với bã đậu khô (GT3) đã làm tăng hàm lượng N, P, K trong giá thể mới so với đối chứng. Cụ thể hàm lượng nitơ tăng lên 2,2 – 7,8 lần, hàm lượng photpho tăng lên 1,3 – 1,9 lần, hàm lượng kali tăng lên 1,1 – 2,4 lần. Hàm lượng nitơ (> 0,2%), photpho (> 0,1%) ở mức giàu, hàm lượng kali ở mức trung bình (< 2%). Bã đậu là nguyên liệu phối trộn giàu dinh dưỡng hơn cả vì vậy hàm lượng các chất dinh dưỡng NPK trong giá thể GT3 đạt giá trị cao nhất. Ngược lại, vỏ đậu nành khô nghèo dinh dưỡng hơn nên khi phối trộn với bã thải rau mầm (GT4) tuy cho hàm lượng nitơ cao hơn đối chứng, nhưng hàm lượng photpho, kali thấp hơn cả đối chứng và các giá thể còn lại.

Rau mầm là một loại rau có thời gian từ lúc trồng đến lúc thu hoạch rất ngắn (chỉ khoảng 5-8 ngày) và rất nhạy cảm với độc tố từ môi trường gieo trồng như giá thể, nước tưới,... [1]. Kết quả phân tích các chỉ tiêu xác định tính an toàn của giá thể trong Bảng 1 cho thấy mặc dù đã phát hiện một số kim loại nặng (Pb, Cd, As) trong các giá thể, tuy nhiên hàm lượng của các kim loại nặng này không đáng kể và vẫn nằm trong giới hạn an toàn nếu so sánh với QCVN 01-189:2019/BNNPTNT. Vi sinh vật gây bệnh đường ruột như *E.coli* và *Salmonella* là các chỉ

tiêu bắt buộc phải đánh giá đối với giá thể trồng cây, phân hữu cơ hay nông sản thu hoạch. Các giá thể được xử lý theo các phương pháp khác nhau (ủ hiếu khí với chế phẩm vi sinh EMUNIV hoặc tiền xử lý bã thải rau mầm bằng nước vôi) đã giúp khử các vi khuẩn gây bệnh rất tốt. Tất cả các giá thể tạo ra đều không phát hiện thấy *E.coli* và *Salmonella*, chỉ phát hiện số lượng nhỏ *E.coli* (40 MPN/g) trong giá thể đối chứng GT1, nhưng cũng vẫn nằm trong giới hạn an toàn của quy chuẩn đánh giá.

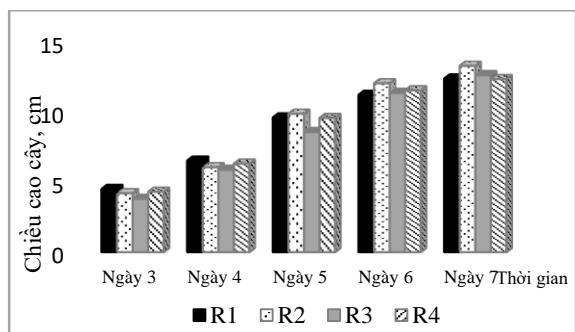


Hình 1. Hàm lượng các chất dinh dưỡng NPK có trong các giá thể.

Bảng 2. Các chỉ tiêu nông sinh học của rau mầm củ cải đỏ trồng trên các giá thể

KH rau mầm	Tỉ lệ nảy mầm (%)	Tình trạng của cây	Chiều cao trung bình cây rau mầm					Năng suất (g/rô)
			Ngày 3	Ngày 4	Ngày 5	Ngày 6	Ngày 7	
R1	90	3,4% cây bị thối nhũn	4,50 ^c	6,52 ^d	9,58 ^b	11,18 ^b	12,33 ^b	223,46 ^a
R2	98	Bình thường	4,20 ^b	6,05 ^b	9,84 ^c	11,99 ^d	13,23 ^d	268,65 ^d
R3	95	Bình thường	3,80 ^a	5,87 ^a	8,55 ^a	11,32 ^a	12,57 ^c	254,53 ^c
R4	95	Bình thường	4,30 ^b	6,31 ^c	9,54 ^b	11,50 ^c	12,29 ^a	236,92 ^b
CV%			2,0	1,5	1,3	1,3	1,1	2,9
LSD5%			0,12	0,09	0,08	0,1	0,03	4,26

Các chữ cái khác nhau (a, b, c,...) trên cùng một cột chỉ sự sai khác trung bình mẫu có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95%.



Hình 2. Biến động chiều cao của rau mầm củ cải đỏ theo thời gian.

3.2. Kết quả thử nghiệm trồng rau mầm củ cải đỏ trên các giá thể đã tạo ra

Một số chỉ tiêu về sinh trưởng và năng suất rau mầm củ cải đỏ được tổng hợp trong Bảng 2.

Chiều cao cây rau mầm trong ngày thứ ba và thứ tư sau khi trồng ghi nhận giá trị cao nhất ở trên giá thể đối chứng GT1 và GT4. Từ ngày thứ năm trở đi cho tới lúc thu hoạch, rau mầm tăng trưởng nhanh về chiều cao ở trên giá thể GT2 và đạt giá trị cao nhất ở ngày thu hoạch là 13,23 cm. Chiều cao rau mầm trên GT3 cũng cao hơn đối chứng 1,02 lần, nhưng rau mầm trên giá thể GT4 thì chỉ gần bằng đối chứng. Cùng xu thế với

chiều cao, năng suất thực thu của rau mầm trên giá thể GT2, GT3 đạt giá trị cao nhất, lần lượt là 268,65 và 254,53 g/rô cao hơn đối chứng từ 1,14 – 1,2 lần. Tuy chiều cao rau mầm trên giá thể GT4 thấp hơn đối chứng, nhưng năng suất rau mầm thu được cao hơn đối chứng 1,06 lần.

Tổng hợp các chỉ tiêu về đặc tính hóa học của giá thể và các chỉ tiêu nông sinh học của rau mầm có thể thấy hai giá thể GT2, GT3 có hàm lượng các chất dinh dưỡng NPK cao nhất, có pH phù hợp đã tạo điều kiện tốt nhất cho cây rau mầm phát triển cả về chiều cao và năng suất. Tuy hàm lượng các chất dinh dưỡng trong giá thể GT3 cao hơn trong giá thể GT2, nhưng do giá thể GT3 kém thoáng khí và không tơi xốp như giá thể GT2, vì vậy tỉ lệ nảy mầm, chiều cao, năng suất rau mầm trên giá thể GT3 vẫn kém hơn so với giá thể GT2.

3.3. Đánh giá chất lượng, độ an toàn của rau mầm củ cải đỏ trồng trên các giá thể

Số liệu tổng hợp một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng dinh dưỡng và tính an toàn của rau mầm củ cải đỏ trồng trên các giá thể được xử lý từ bã thải rau mầm được liệt kê trong Bảng 3.

Bảng 3. Chất lượng dinh dưỡng và độ an toàn của rau mầm củ cải đỏ trồng trên các giá thể

STT	Chỉ tiêu đánh giá	Đơn vị	Kí hiệu rau mầm			
			R1	R2	R3	R4
1	Hàm lượng chất khô	%	11,85	11,91	11,29	12,22
2	Hàm lượng protein thô	%	25,96	34,14	30,56	28,40
3	Hàm lượng vitamin C	mg/100g	57,22	60,07	60,03	56,24
4	NO ₃ ⁻	mg/kg rau tươi	8,21	11,60	16,24	13,88
5	Pb		0,18	0,13	0,26	0,29
6	Cd		0,024	0,021	0,042	0,039
7	As		0,45	0,40	0,52	0,59
8	<i>E.coli</i>	CFU/g	60	KPH	KPH	KPH
9	<i>Salmonella</i>	CFU/25g	KPH	KPH	KPH	KPH

Chất khô trong thực vật chủ yếu là protein và những hợp chất chứa đạm khác nhau, chất béo, hydratecarbon, tinh bột, đường, xenluloza, pectin, trong đó protein là một trong những chỉ tiêu quan trọng nhất quyết định đến chất lượng của nông sản [1, 9]. Hàm lượng chất khô trong rau mầm

thu được từ các giá thể nghiên cứu không chênh lệch nhiều, dao động trong khoảng 11,29 – 12,22%. Tuy nhiên, hàm lượng protein thô, vitamin C của rau mầm thì lại cho thấy sự chênh lệch rõ rệt hơn, trong đó rau mầm trồng trên giá thể GT2 và GT3 có hàm lượng protein thô

(34,14; 30,56%) và vitamin C (60,07; 60,03%) đạt cao nhất. Rau mầm trồng trên giá thể GT4 có hàm lượng protein thô và vitamin C chỉ gần tương đương với đối chứng. Các kết quả phân tích đã khẳng định, sự sẵn có của các chất dinh dưỡng trong các giá thể trồng rau mầm nghiên cứu cũng như là pH của môi trường trồng đã ảnh hưởng đến sự tích lũy các chất dinh dưỡng trong rau mầm.

Hàm lượng nitrat, kim loại nặng và vi sinh vật gây bệnh là những chỉ tiêu quan trọng hàng đầu để đánh giá tính an toàn của thực phẩm. Ở Việt Nam, giới hạn cho phép của những thông số đánh giá này được quy định trong quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 8-2:2011/BYT đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm [13], QCVN 8-3:2012/BYT đối với sinh vật trong thực phẩm [14] và quyết định 99/2008/QĐ-BNN quy định quản lý sản xuất, kinh doanh rau, quả và chè an toàn [15]. Kết quả đánh giá mức độ an toàn của rau mầm trong bảng 3 cho thấy hàm lượng nitrat của chúng chỉ từ 8,21 đến 16,24 mg/kg rau tươi, nhỏ hơn nhiều so với mức giới hạn ô nhiễm quy định đối với các loại rau ăn lá họ cải là 500 mg/kg rau tươi [15]. Hàm lượng các kim loại nặng như Pb, Cd, As trong rau mầm đều nằm ở ngưỡng cho phép, tuy vậy hàm lượng Pb trong rau mầm R3, R4 là 0,26 và 0,29 mg/kg đã gần chạm ngưỡng ô nhiễm theo QCVN 8-2:2011/BYT. Rau mầm trồng trên các giá thể được tạo ra từ tiền xử lý bã thải rau mầm bằng nước vôi có hàm lượng kim loại nặng cao hơn rau mầm trồng trên các giá thể còn lại do vôi cũng là vật liệu khoáng có thành phần đi kèm là một số kim loại nặng như Pb, As, Zn, Cd [16]. Quá trình ngâm bã thải rau mầm với nước vôi giúp khử khuẩn và tiêu diệt tốt mầm bệnh trong bã thải rau mầm nhưng sau khi gạn nước vôi đi vẫn tích đọng lại một lượng nhỏ kim loại nặng trong giá thể. Vì vậy rau mầm được trồng trên các giá thể này đã hút thu kim loại nặng từ giá thể vào sinh khối. Đối với các chỉ tiêu sinh học, các kết quả phân tích cho thấy rau mầm không bị ô nhiễm bởi các vi sinh vật gây bệnh như *E.coli*, *Salmonella*. Không phát hiện thấy sự có mặt của *E.coli* và *Salmonella* trong rau mầm trồng trên

các giá thể đã xử lý kỹ (R2, R3, R4), ngược lại đã phát hiện 60 CFU/g *E.coli* trong rau mầm trồng trên giá thể đối chứng, tuy nhiên kết quả này vẫn nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN 8-3:2012/BYT.

4. Kết luận

Bã thải rau mầm được xử lý theo các phương pháp được đề xuất như ủ với chế phẩm vi sinh EMUNIV, xử lý bằng nước vôi rồi phối trộn thêm với các vật liệu hữu cơ khác để tạo giá thể mới đã giúp tận dụng lại một cách hiệu quả chất thải và giảm thiểu ô nhiễm môi trường cho vùng sản xuất. Các giá thể mới có đặc tính hóa học tốt hơn so với giá thể đối chứng (được xử lý theo phương pháp thông thường), rất phù hợp để trồng rau mầm, có pH trung tính 6,49 – 7,03, giàu chất hữu cơ 59,42 – 69,30%, N_{ts} 0,68 – 3,99%, P₂O_{5ts} 0,39 – 0,98%, K₂O_{ts} 0,43 – 1,35%, tỉ lệ C/N 7,89 – 43,78. Các giá thể nghiên cứu cũng không bị ô nhiễm bởi kim loại nặng như Pb, Cd, As và các vi sinh vật gây bệnh như *E.coli*, *Salmonella*.

Thử nghiệm trồng rau mầm củ cải đỏ trên các giá thể mới tạo cho thấy hiệu quả rõ rệt về tỉ lệ nảy mầm của hạt, tăng trưởng chiều cao và năng suất. Tỉ lệ nảy mầm của hạt đạt 95-98%, chiều cao không chênh lệch nhiều so với đối chứng, nhưng năng suất đạt 236,92 – 268,65 g/rổ cao hơn đối chứng từ 1,14 – 1,2 lần. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng của rau mầm cũng ghi nhận kết quả tốt hơn về dinh dưỡng (hàm lượng protein thô, vitamin C) của rau mầm trồng trên giá thể được ủ bằng chế phẩm EMUNIV (GT2) và giá thể được xử lý bằng vôi rồi trộn với bã đậu (GT3). Rau mầm trồng trên các giá thể nghiên cứu được đánh giá là an toàn về hàm lượng nitrat, kim loại nặng và vi sinh vật gây bệnh.

Đánh giá tổng hợp các chỉ tiêu về giá thể, chất lượng và độ an toàn của rau mầm củ cải đỏ được trồng thử nghiệm có thể kết luận rằng giá thể được tạo ra theo phương pháp ủ bã thải rau mầm với chế phẩm EMUNIV trong 30 ngày có chất lượng tốt nhất, phù hợp nhất đối với rau mầm củ cải đỏ. Khuyến cáo cách xử lý này để áp

dụng cho các vùng trồng rau mầm nhằm tái sử dụng hiệu quả bã thải rau mầm và giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Đối với các địa phương sẵn có các nguyên liệu hữu cơ như bã đậu, vỏ đậu nành thì cũng có thể áp dụng phương pháp xử lý bã thải rau mầm bằng nước vôi rồi phối trộn với nguyên liệu hữu cơ vãn cho hiệu quả tốt và tiết kiệm được thời gian xử lý. Phương pháp chỉ phơi nắng bã thải rồi tái sử dụng lại để trồng rau mầm không khuyến cáo áp dụng vì không diệt hết mầm bệnh của bã thải, rau dễ bị thối nhũn, nhiễm khuẩn do lây lan từ giá thể và không cho hiệu quả kinh tế cao.

Tài liệu tham khảo

- [1] N. N. Ha, N. T. Nhung, N. T. Nga, Potential Use of some Media for Growing White Radish Sprouts With Safety and High Quality in Household Scale, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 32, No. 1S, 2016, pp. 413-418.
- [2] M. Steve, Sprouts the Miracle Food, ISBN 10:1778736043; ISBN 13: 9781878736048, 6th Revise Ed., Sproutman Publications, Great Barrington, 1999.
- [3] C. T. Bui, Research on the Production Process of Some Sprout Types according to Vietgap Standards, Serving for Production and Supplying of Safe Vegetables for Hanoi City, Report of Ministry of Agriculture and Rural Development, Hanoi, 2011.
- [4] H. N. Nguyen, N. T. H. Pham, H. T. Nguyen, Y. H. Duong, Re-using Sprout Growing Medium and Other Agricultural By-products for Compost Production, Chemical Engineering Transactions Vol. 78, 2020, pp. 217-222.
- [5] H. N. Nguyen, A. L. Hoang, P. M. Nguyen, Recycling Sprout-growing Mediums in Urban Areas as Compost and New Growing Mediums, Chemical Engineering Transactions, Vol. 83, 2021, pp. 385-390.
- [6] E. M. A. Elmoniem, U. A. E. Behairy, Effect of Reusing Perlite and Pumice as a Substrate on Yield and Mineral Composition of Strawberry Plants, Egyptian Journal of Horticulture, Vol. 31, 2004, pp. 13-21.
- [7] C. Fernandes, J. E. Cora, L.T. Braz, Reuse of Sand, Crushed Sugarcane and Peanut Hull-Based Substrates for Cherry Tomato Cultivation, Scientia Agricola, Vol. 64, 2007, pp. 630-635.
- [8] V. T. Phuong, Conducting an Effect Process for Planting the Vegetable Sprouts, Presented at the 8th National Scientific Conference on Ecology and Biological Resources, Hanoi, Vietnam Academy of Science and Technology Publishing, 2013.
- [9] N. N. Ha, N. H. Hanh, Research on Taking Advantage of Agricultural By-products to Make Organic Media for Safe Cress Growing of Brassica Integrifolia, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 35, No. 2, 2019, pp. 1-10.
- [10] N. T. Minh, Treatment of Mushroom Culture Wastes for use as Organic Substrate for Safe Vegetable Cultivation, Vietnam J. Agri. Sci., Vol. 14, No. 11, 2016, pp. 1781-1788.
- [11] Ministry of Agriculture and Rural Development, QCVN 01-189:2019/BNNPTNT: National Technical Regulation on Fertilizer Quality. http://vbpl.vn/FileData/TW/Lists/vbpq/Attachments/137815/VanBanGoc_09-2019-TT-BNN-QC.pdf/, 2019 (accessed on: July 14th, 2021).
- [12] N. Gruda, M. M. Qaryouti, C. Leonardi, Growing Media, in: W. Baudoin, R. Nono-Womdim, N. Litaladio, A. Hodder, A. Castilla, C. Leonardi, S.D. Pascale, M. Qaryouti, R. Duffy (Eds.), Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops – Principles for Mediterranean Climate Areas, FAO Publishing, Rome, 2013, pp. 271-301.
- [13] Ministry of Health, QCVN 8-2:2011/BYT: National Technical Regulation on the Limits of Heavy Metals Contamination in Food, http://www.fsi.org.vn/pic/files/qcvn-8-2_2011-byt-gioi-han-o-nhiem-kim-loai-nang.pdf/, 2011 (accessed on: July 14th, 2021).
- [14] Ministry of Health, QCVN 8-3:2012/BYT: National Technical Regulation of Microbiological Contaminants in Food, http://www.fsi.org.vn/pic/files/qcvn-8-3_2011-byt-ve-o-nhiem-vi-sinh-vat-trong-tp_bia_merged.pdf/, 2012 (accessed on: July 14th, 2021).
- [15] Ministry of Agriculture and Rural Development, 99/2008/QĐ-BNN: Decision Promulgating The Regulation on Management of Safe Vegetable, Fruit and Tea Production and Trading, <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Thuong-mai/Quy-dinh-99-2008-QĐ-BNN-quy-dinh-quan-ly-san-xuat-kinh-doanh-rau-qua-va-che-an-toan-74766.aspx/>, 2008 (accessed on: July 14th, 2021).
- [16] Soils and Fertilizers Research Institute, Fertilizer Handbook, Agriculture Publishing House, Hanoi, 2005.